



## KINETIKA REAKSI HIDROLISA PATI DARI KULIT NANGKA DENGAN KATALISATOR ASAM CHLORIDA MENGGUNAKAN TANGKI BERPENGADUK

Indra B.K.<sup>1)</sup>, Retno D.<sup>2)</sup>

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, UPN “Veteran” Jawa Timur,  
Jl. Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya, Telp 031-8782179, Fax 031-8782257

1) Mahasiswa UPN “Veteran” Jatim

2) Dosen UPN “Veteran” Jatim

Email : aphroxindra@gmail.com

### Abstrak

Buah Nangka (*Artocarpus heterophyllus*) adalah buah yang terbagi atas tiga bagian, yaitu kulit, daging buah dan biji. Buah Nangka di Indonesia sangat digemari untuk dikonsumsi semua kalangan. Namun pemanfaatan dari kulit buah Nangka yang berbentuk padatan jarang dilakukan sehingga menyebabkan limbah. Limbah kulit Nangka tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan Glukosa atau Alkohol.

Penelitian *Kinetika Reaksi Hidrolisa Pati dari Kulit Nangka dengan Katalisator Asam Chlorida Menggunakan Tangki Berpengaduk* bertujuan untuk menentukan parameter kinetika reaksi dan memperoleh kondisi terbaik dalam proses hidrolisa tersebut

Metode Penelitian ini dimulai dari proses hidrolisa pati dengan variable suhu 50 ; 60 ; 70 ; 80 ; 90°C, dan waktu pengadukan 30 ; 40 ; 50 ; 60 ; 70 menit, menggunakan katalisator asam chlorida. Kemudian diteruskan netralisasi dengan Sodium Hidroksida dan dipekatkan agar terbentuk glukosa pekat. Glukosa tersebut kemudian dianalisa dengan metode Luff Schrool.

Hasil terbaik dari Hidrolisa pati kulit nangka tersebut adalah Persamaan konstanta kecepatan reaksi sebesar  $k = 4,54 \times 10^{14} e^{-27498,5/T}$  dan koefisien difusi Molekular sebesar  $1,62 \times 10^{-6}$  pada kondisi operasi dengan suhu 90°C dan waktu hidrolisa 70 menit.

**Kata kunci:** Kulit Nangka, Hidrolisa, Kinetika Reaksi, Glukosa.

### PENDAHULUAN

Kulit merupakan pelindung terluar dari semua makhluk hidup yang hidup di bumi ini. Ada beberapa kulit dari buah – buahan yang juga sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan. Cadangan makanan itu utamanya adalah Karbohidrat yang merupakan penyusun utama cadangan makanan pada tumbuhan. Untuk pengolahan lebih lanjut dari Karbohidrat dilakukan dengan cara hidrolisa.

Salah satu buah yang mempunyai limbah kulit yang bisa dikatakan besar adalah Nangka. Nangka mempunyai struktur kulit yang keras pada bagian luar tetapi lunak pada kulit yang dalam yang biasa disebut daging kulit. Nangka dengan komposisi yang terdiri dari Kulit, daging buah, serta biji buah yang selama ini banyak dikonsumsi hanyalah daging buahnya saja, sedangkan kulit serta bijinya dibuang begitu saja dan belum ada yang sempat untuk memanfaatkannya. Semakin banyaknya produk dari nangka maka semakin besar pula intensitas dari limbah kulit nangka tersebut. Maka dari pada itu dilakukan pengolahan lebih lanjut sehingga mempunyai kualitas serta tidak mencemarkan lingkungan. Di mana terdapat kandungan pati dan serat yang kasar yang mana dapat digunakan sebagai bahan utama glukosa.

Glukosa yang terbentuk dapat diolah kembali menjadi produk baru yang lebih bermanfaat, contohnya seperti alkohol dan lain sebagainya. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh kondisi terbaik dari proses hidrolisa pati kulit nangka, dengan menentukan parameter kinetika reaksi.



## TINJAUAN PUSTAKA NANGKA

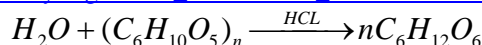
Nangka (*Artocarpus heterophyllus*) merupakan tanaman buah yang berasal dari India dan menyebar ke daerah tropis. Di dalam kulit buah nangka tersebut terdapat beberapa komposisi di antaranya adalah *Pati, Gula Total, Ethanol, Lemak, Protein, Serat Kasar, dan Air*. (<http://id.wikipedia.org/wiki/Nangka>)

## HIDROLISIS

Hidrolisis merupakan proses pemecahan kimiawi suatu molekul karena pengikatan air, menghasilkan molekul – molekul yang lebih kecil.

Hidrolisis ada 5 jenis yaitu :

1. Hidrolisis Murni  
Hanya direaksikan dengan Aquades saja. Reaksi berjalan sangat lambat.
2. Hidrolisis dengan larutan asam  
Dapat digunakan asam encer atau asam pekat dan biasa sebagai katalisator.
3. Hidrolisis dengan larutan basa  
Dapat menggunakan basa encer atau basa pekat dengan tujuan tertentu sebagai katalisator.
4. Alkali fusion  
Dapat digunakan dengan atau tanpa H<sub>2</sub>O pada temperatur yang tinggi. Hanya digunakan untuk tujuan tertentu, misalnya dalam proses peleburan dari bahan selulosa seperti serat kulit durian dengan katalisator NaOH menghasilkan asam oksalat dan asam asetat.
5. Hidrolisis dengan enzim sebagai katalisator  
Hidrolisis pati dapat dilakukan dengan larutan asam atau enzim. Jika pati dipanaskan dengan larutan asam akan terurai menjadi molekul – molekul yang lebih kecil secara berurutan dan hasil akhirnya adalah glukosa. ([http://www.chem-is-try.org/materi\\_kimia/kimia\\_sma1/kelas-2/hidrolisis/](http://www.chem-is-try.org/materi_kimia/kimia_sma1/kelas-2/hidrolisis/))



air                      pati                      Glukosa

Pada penelitian terdahulu dengan judul “Hidrolisa Kulit Durian Menjadi Glukosa dengan Penambahan HCl” menggunakan peubah suhu, waktu, konsentrasi katalis asam. Semakin tinggi suhu dan panjangnya waktu hidrolisa maka semakin besar pula konversi glukosa yang didapatkan. Dari penelitian ini didapatkan konversi terbesar pada suhu optimum 95°, dengan waktu 80 menit dengan konsentrasi HCl 1 N. (Puspita Dewi. 2005)

Kinetika reaksi adalah suatu cabang ilmu kimia yang bertujuan untuk mempelajari mekanisme reaksi yaitu bagaimana reaksi itu terjadi dan kecepatan terjadinya reaksi kimia, yang menguji reaksi itu mengikuti tingkat atau orde ke berapa yang kemudian diperoleh suatu harga konstanta reaksi kimia.

Faktor – faktor yang mempengaruhi kecepatan reaksi adalah sebagai berikut adalah :

1. Waktu  
Semakin lama waktu hidrolisa maka semakin besar konversi yang akan diperoleh karena reaksi yang terjadi semakin mendekati sempurna. Di mana kesetimbangan reaksi akan bergeser ke kanan bila semakin lama waktu dan sebaliknya jika waktu dipersingkat.
2. Suhu  
Pada umumnya reaksi akan berlangsung lebih cepat bila suhu dinaikkan. Dengan menaikkan suhu maka energi kinetik molekul-molekul zat yang bereaksi akan bertambah sehingga akan lebih banyak molekul yang memiliki energi sama. Dengan demikian lebih banyak molekul yang dapat mencapai keadaan transisi atau dengan kata lain kecepatan reaksi menjadi lebih besar. Secara matematis hubungan antara nilai tetapan laju reaksi (k) terhadap suhu dinyatakan oleh dengan rumus :

$$k = k_o \cdot e^{-E/RT} \quad \dots \dots \dots (1)$$

dengan : k = Tetapan Kecepatan Reaksi

k<sub>o</sub> = Faktor frekuensi

E = Energi aktivasi (Cal/gmol)

R = Konstanta hukum gas ideal = 1.987 cal/gmol °C



Harga  $\ln k$  dari persamaan Arrhenius :

$$\ln k = \ln k_0 - \frac{E}{RT} \quad \dots\dots\dots (2)$$

### 3. Konsentrasi Katalisator

Katalisator adalah zat yang ditambahkan ke dalam suatu reaksi dengan maksud memperbesar kecepatan reaksi. Katalis terkadang ikut terlibat dalam reaksi tetapi tidak mengalami perubahan kimiawi. Penambahan konsentrasi katalis akan menyebabkan reaksi bergeser ke arah produk.

### 4. Pengadukan

Pengadukan dibutuhkan untuk memperbesar frekuensi tumbukan antar partikel sehingga harga konstanta kecepatan reaksi akan semakin besar pula. Dapat dinyatakan dengan persamaan Arrhenius :

$$k = k_0 e^{-\frac{E}{RT}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

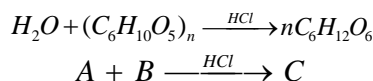
Dengan  $k_0$  = faktor frekuensi

### 5. Kadar Suspensi Partikel

Banyak atau sedikitnya kadar suspensi dari suatu partikel yang akan direaksikan akan mempengaruhi hasil yang diinginkan. Perbandingan antara kadar suspensi dengan pelarut relatif tinggi menyebabkan keseimbangan reaksinya akan bergeser ke kanan dan juga sebaliknya. Dengan demikian akan mempengaruhi kecepatan reaksi. (<http://free.vlsm.org/v12/sponsor/Sponsor-Pendamping/Praweda/Kimia/0177%20Kim%201-5e.htm>)

## Mekanisme reaksi

Reaksi hidrolisa pati dengan bantuan katalisator HCl akan menghasilkan glukosa. Adapun reaksinya sebagai berikut :



Kecepatan reaksi ditentukan oleh difusi melalui lapisan film, difusi melalui lapisan abu atau reaksi kimia.

Persamaan kecepatan reaksi dapat dinyatakan sebagai berikut :

$$-r_A = -\frac{dC_A}{dt} = k C_A C_B \quad \dots\dots\dots (4)$$

Dengan  $C_A$  = dianggap konstan  $\approx$  tetap

Maka dapat dianggap reaksi orde satu terhadap A

Dengan tidak adanya difusi lapisan abu, maka mekanisme yang mengontrol dapat diasumsikan.

Untuk penurunan ukuran partikel digunakan

$$\frac{t}{\tau} = 1 - (1 - X_R)^{1/3} \quad \dots\dots\dots (5)$$

Jika Diffusi Film Gas yang Mengendalikan maka :

pada saat sebuah partikel, awalnya ukuran  $R_0$ , telah menyusut hingga ukuran  $R$ , sehingga dapat menulis sebagai berikut:

$$t = \frac{\rho_B R_0^2}{2b C_{Ag} D} \left[ 1 - \left( \frac{R}{R_0} \right)^2 \right] \quad \dots\dots\dots (6)$$

waktu bereaksi sepenuhnya sebuah partikel didapat

$$\tau = \frac{\rho_B R_0^2}{2b C_{Ag} D} \quad \dots\dots\dots (7)$$

Untuk penurunan ukuran partikel digunakan

$$\frac{t}{\tau} = 1 - (1 - X_R)^{2/3} \quad \dots\dots\dots (8)$$

(Levenspiel, Octave.2nd, 1972, hal 357 – 377)

## Penentuan Reaksi Pengendali

Kinetika dan laju pengontrol dari reaksi solid – liquid ditentukan dari bagaimana konversi progresif dari partikel dipengaruhi oleh ukuran partikel dan suhu operasi. Data ini dapat diketahui dengan berbagai cara, tergantung fasilitas dan bahan yang digunakan. Dari persamaan (13) menunjukkan bahwa waktu yang diperlukan partikel untuk menyusut sebanding dengan konversi fraksional dari partikel tersebut, seperti yang

ditunjukkan oleh gambar di bawah. Ada beberapa metode yang dapat dipakai dalam penentuan orde dan konstanta kecepatan reaksi dengan pendekatan reaksi homogen.

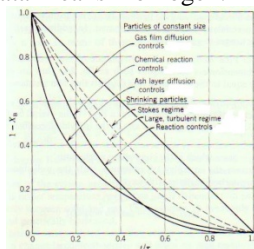


Figure 1. Laju reaksi untuk partikel bola dengan pengukuran konsentrasi fluida dengan waktu untuk konversi sempurna

## Penentuan Orde Reaksi

### Metode Analisis Integral

Metode analisis integral merupakan suatu cara untuk memperkirakan persamaan reaksi dengan menggunakan integral dan membandingkan perkiraan grafik dengan data yang diperoleh dari percobaan. Prosedurnya adalah sebagai berikut:

1. .... Dengan menganggap reaksi :  
 $A \rightarrow \text{Produk}$  .....9)
2. .... Misalkan diinginkan untuk memeriksa laju reaksi orde satu dengan mengikuti persamaan :  
 $-r_A = -\frac{dC_A}{dt} = kC_A$  .....(10)  
 bila diintegrasikan dan mendapat hasil  
 $-\ln\left(\frac{C_A}{C_{A0}}\right) = kt$  .....(11)  
 atau dinyatakan dalam fraksi konversi :  
 $-\ln(1 - X_A) = kt$  .....(22)
3. .... Fungsi konsentrasi tersebut sebanding dengan waktu, maka untuk reaksi orde satu dilukiskan melalui grafik antara  $-\ln\left(\frac{C_A}{C_{A0}}\right)$  atau  $-\ln(1 - X_A)$  berbansing waktu (t), maka akan diperoleh garis lurus yang melalui pusat koordinat dan slope k
4. .... Dari data percobaan hasil integral untuk model persamaan reaksi yang diuji kemudian membandingkannya dengan persamaan dari langkah nomor 3
5. .... Apabila diperoleh grafik garis lurus, maka model persamaan kecepatan reaksi yang ditetapkan adalah cocok dengan data yang diperoleh. Tetapi apabila kurva yang terbentuk tidak berupa garis lurus maka model persamaan tidak cocok dan perlu dicoba persamaan kecepatan reaksi yang lainnya

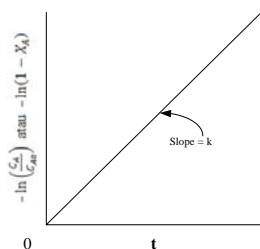


Figure2. Uji Reaksi Orde Satu

Dan untuk reaksi orde dua bila grafik antara  $-\ln\frac{C_B}{C_A}$  vs waktu (t) merupakan garis lurus maka reaksi adalah orde dua



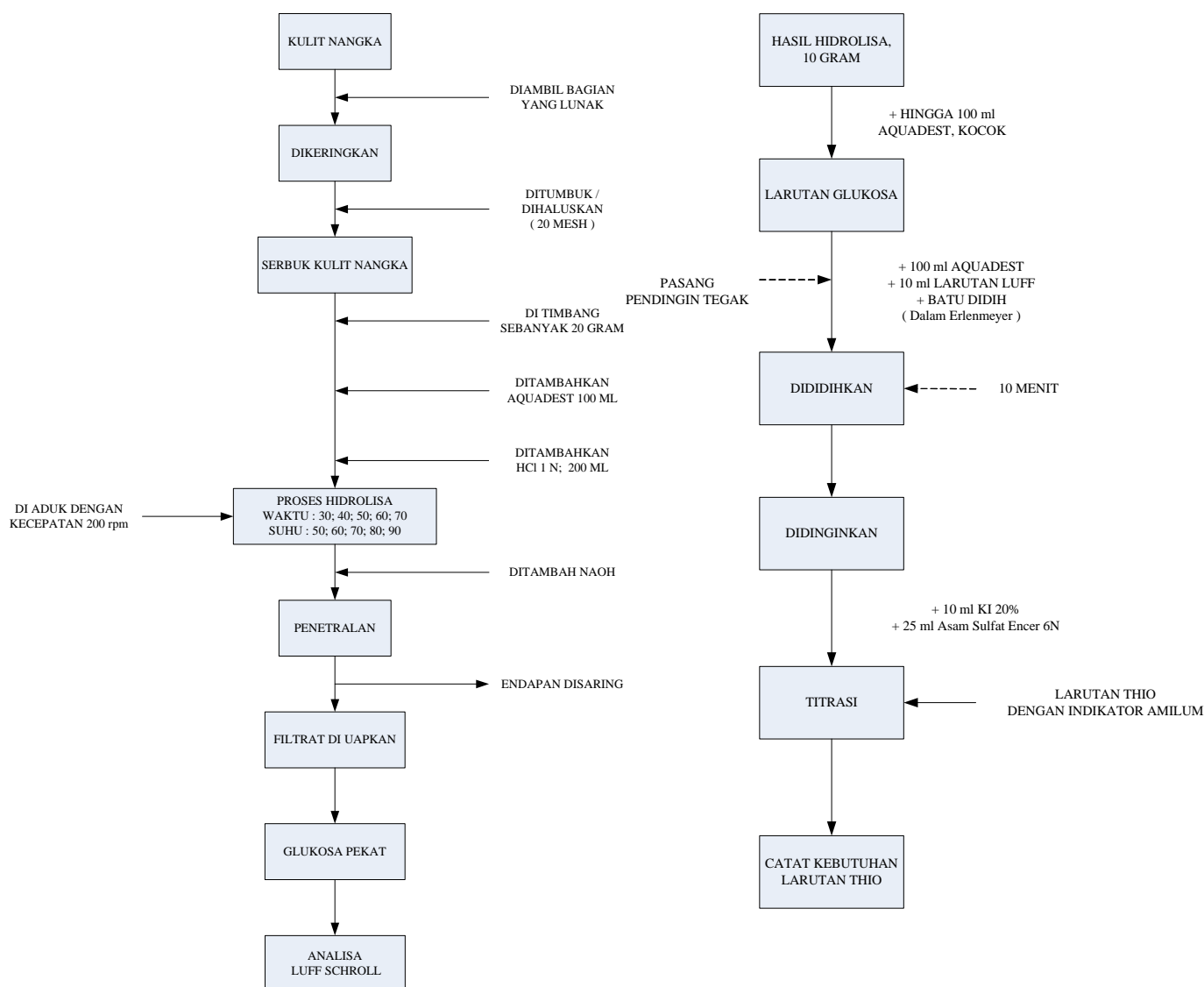
## METODE PENELITIAN

Bahan baku utama yang digunakan adalah Kulit dalam buah nangka (dami) yang dijadikan serbuk berukuran 20 mesh sebanyak 20 gr, di mana bahan baku tersebut didapatkan di Pasar Tradisional Krian. Dengan zat kimia yang digunakan adalah HCl 1N 200ml; NaOH; Larutan Luff serta KI; dan Amilum yang didapatkan di toko kimia daerah Rungkut.

Alat yang digunakan adalah seperangkat alat hidrolisa dengan motor pengaduk berkecepatan 200rpm dan diberi kondensor.

Variable yang dikerjakan

- Waktu hidrolisa ( menit ) : 30 ; 40 ; 50 ; 60 ; 70
- Suhu hidrolisa ( °C ) : 50 ; 60 ; 70 ; 80 ; 90



## HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Hidrolisis pati kulit nangka dengan katalisator asam klorida dengan melakukan variasi waktu dan suhu bertujuan untuk mendapatkan kondisi optimumnya, dan kadarnya dianalisa dengan metode Luff schroll.

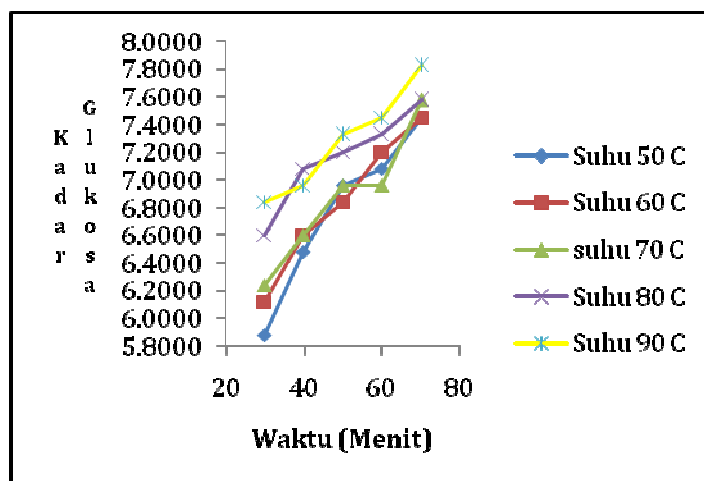


Figure 3. Hasil analisa berat glukosa dengan metode Luff Schroll

Dari hasil figure 3. diperoleh hasil optimum untuk hidrolisa pati kulit nangka menjadi glukosa pada suhu 90° C dengan waktu 70 menit sebanyak 7,83 mgr, dan dapat dilihat di dalam grafik tersebut bahwa penambahan waktu hidrolisa maka produk yang dihasilkan semakin banyak. Dan juga pada penambahan suhu operasi.

### Penentuan Reaksi Pengendali

Untuk dapat mengetahui orde reaksi, diperlukan data konversi dari reaktan B yaitu pati. Berat molekul dari pati tidak dapat diketahui karena mempunyai rantai yang panjang sehingga digunakan data hasil optimum sebagai batasan terbesar dari konversi yaitu 0,999

Tabel 1. Konversi pati dalam berbagai waktu ( $X_B$ )

Waktu \ Suhu	Konversi Zat B ( $X_B$ )				
	Suhu 50°	Suhu 60°	Suhu 70°	Suhu 80°	Suhu 90°
30 Menit	0,75096	0,78161	0,79693	0,84291	0,87356
40 Menit	0,82759	0,84291	0,84291	0,90421	0,88889
50 Menit	0,88889	0,87356	0,88889	0,91954	0,93550
60 Menit	0,90421	0,91954	0,88889	0,93550	0,95147
70 Menit	0,95147	0,95147	0,96743	0,96743	0,99936



Reaksi pengendali untuk reaksi kimia yang mengendalikan dapat digunakan persamaan 5 untuk reaksi kimia dan persamaan 8 untuk diffusi film gas.

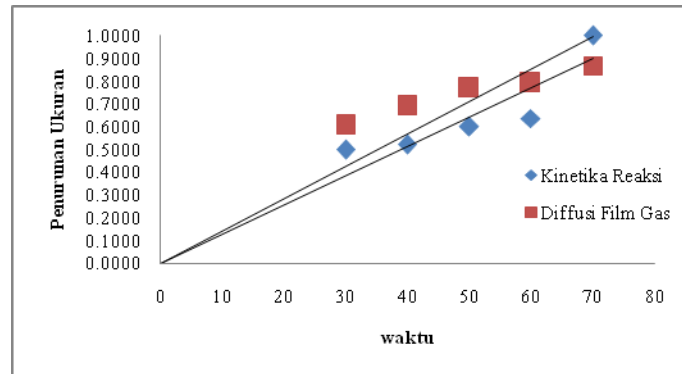


Figure diatas merupakan hasil persamaan (5) dan (8) untuk hasil yang optimum yaitu pada suhu 90°C dan dalam waktu 70 menit, didapatkan waktu bereaksi sempurna rata – rata yaitu

Tabel 2. Waktu bereaksi sempurna untuk pengendali reaksi kimia

suhu (°C)	1/τ	τ (menit)
50	0,009766	102,3976
60	0,009913	100,8820
70	0,010041	99,5962
80	0,010927	91,5194
90	0,012426	80,4780
Rata - Rata		94,9746

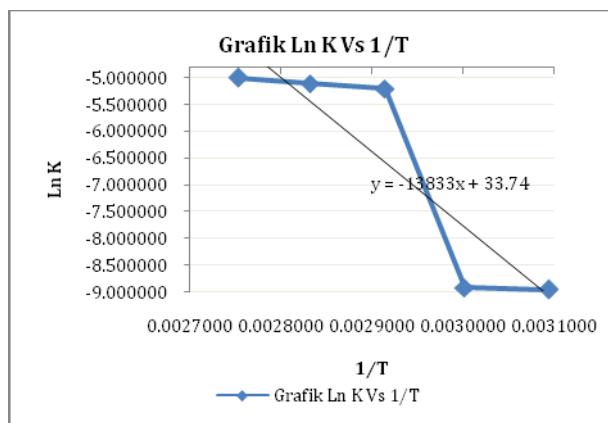
Tabel 3. Waktu bereaksi sempurna untuk diffusi film gas

suhu (°C)	1/τ	τ (menit)
50	1,42E-02	70,2015
60	1,44E-02	69,4503
70	1,45E-02	69,0791
80	1,53E-02	65,2851
90	1,60E-02	62,3112
Rata - rata		67,2655

Persamaan konstanta kecepatan reaksi untuk pengendali reaksi kimia didapatkan dengan menghitung konstanta kecepatan reaksi pada berbagai suhu (ks) dengan persamaan  $k_s = \frac{P_E \times R}{b \times T \times C_{A1}}$  Tabel 4. Konstanta Kecepatan Reaksi pada berbagai Suhu

suhu (°C)	τ (menit)	Ks
50	102,3976	0,00013
60	100,8820	0,00013
70	99,5962	0,00552
80	91,5194	0,00607
90	80,4780	0,00674

kemudian dilukiskan melalui grafik Ln K Vs 1/T



Dari grafik tersebut maka di dapatkan konstanta kecepatan reaksinya adalah:  $k = 4,54 \times 10^{14} e^{-27488,5/RT}$

Harga Diffusi Molekuler dari pengendali diffusi film gas didapatkan dari persamaan  $D = \frac{R_g \times R}{20 \times T \times C_{d1}}$

Tabel 5. Konstanta Koefisien Diffusi Film Gas (D) pada berbagai suhu

suhu (°C)	τ (menit)	D
50	70,2015	1,12E-06
60	69,4503	1,16E-06
70	69,0791	1,18E-06
80	65,2851	1,42E-06
90	62,3112	1,62E-06
Rata - rata		1,30E-06

sehingga didapatkan nilai diffusi molekuler rata – rata sebesar  $1,3 \times 10^{-6}$

Ada beberapa faktor yang ikut serta dalam penentuan reaksi pengendali. Untuk reaksi kimia, faktor suhu sangat berpengaruh. Ini terbukti dari hasil perhitungan konstanta kecepatan reaksi yang semakin bertambah pada saat suhu ditambahkan dengan selisih yang cukup besar, hal ini juga mempengaruhi harga dari energi aktifasinya. Faktor suhu sangat berperan dalam reaksi kimia sebagai reaksi pengendali. Di lain pihak diffusi film gas juga memegang peran dalam penelitian ini di mana diffusi film gas yang sering disebut transfer massa dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu luas penampang, kecepatan pengadukan, kadar suspensi pati. Dan dapat dilihat dari hasil perhitungan waktu bereaksi sempurna rata – rata untuk diffusi film gas yang jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan adalah, rentan waktu yang digunakan memiliki selisih yang kecil dan dalam penelitian tersebut apabila waktu operasi ditingkatkan maka hasil yang di dapat akan tidak sesuai dengan keinginan dikarenakan kandungan dari pati telah tertransfer hampir keseluruhan sehingga kandungan yang tersisa akan menghasilkan produk lain yang tidak diinginkan. Sehingga diffusi film gas juga berperan dalam penelitian ini. Keterkaitan antara reaksi kimia dan diffusi film gas ini telah di jelaskan di bagian mekanisme reaksi tentang faktor – faktor yang mempengaruhi kinetika reaksi, yang beberapa faktornya telah dibahas dan ditelaah lebih lanjut dalam hasil penelitian ini.

## KESIMPULAN

1. Semakin lama waktu proses, maka semakin banyak kandungan glukosa yang didapatkan tetapi pada suatu ketika reaksi tersebut akan mencapai batasnya dan akan didapatkan kandungan glukosa yang tetap dan kemudian kandungan tersebut akan turun, sesuai dengan teori yang digunakan.





2. Reaksi pengendali di sini dibedakan menjadi dua dan mempunyai beberapa faktor pendukung yang menunjang data – data yang ada. Untuk reaksi kimia sebagai pengendali, faktor suhu sangat berperan karena menentukan besarnya konstanta kecepatan reaksi dan energi aktivasi, sedangkan Diffusi film gas dipengaruhi oleh luas penampang, kecepatan pengadukan dan kadar suspensi. Sehingga dalam penelitian ini kedua reaksi pengendali saling berperan, terbukti dari hasil – hasil yang ditunjukkan dalam Bab IV Hasil Penelitian dan Pembahasan
3. Suhu yang lebih tinggi dari pada titik didih air akan menyebabkan hasil hidrolisa rusak serta akan menghasilkan produk yang tidak diinginkan sehingga hipotesa tentang reaksi mengikuti orde satu tidak berlaku, maka pada suhu yang mendekati titik didih air hasil kenaikannya sangat kecil
4. Hasil yang relatif baik didapat pada suhu 90°C dengan rentan waktu 70 menit dengan hasil konversi terbesar dengan persamaan Konstanta Kecepatan reaksi (k) sebesar  $k = 4,54 \times 10^{14} e^{-27488,5/RT}$  dengan Koefisien Difusi Molekular sebesar  $1,62 \times 10^{-6}$

#### DAFTAR PUSTAKA

- Hapsari, Nur. “Buku Petunjuk Keselamatan & Instruksi Kerja Laboratorium”, Universitas Pembangunan Nasional Surabaya  
<http://125.163.204.22/download/ebooks.../Pengambilan%20Glukosa.pdf> (Oktober, 26 2009; 18:22 )  
<http://barbienetter.blogspot.com/2010/01/laporan-hidrolisis-sukrosa-dan-pati.html> (February, 18 2010; 10:35 )  
<http://free.vlsm.org/v12/sponsor/Sponsor-Pendamping/Praweda/Kimia/0177%20Kim%201-5e.htm> (Oktober, 28 2009; 19:33 )  
<http://id.wikipedia.org/wiki/Nangka> ( November, 27 2009; 9:18 )  
<http://id.wikipedia.org/wiki/Pati> ( November, 27 2009; 9:25)  
<http://id.wikipedia.org/wiki/Glukosa> ( November, 27 2009; 9:40)  
<http://moko31.wordpress.com/2009/07/04/polinacea-based-comment-from-user/> (February, 18 2010; 9:22 )  
<http://one.indoskripsi.com/judul-skripsi-tugas-makalah/tugas-kuliah-lainnya/hidrolisis-polisakarida> ( February, 18 2010 10:45 )  
[http://www.chem-is-try.org/materi\\_kimia/kimia\\_sma1/kelas-2/hidrolisis/](http://www.chem-is-try.org/materi_kimia/kimia_sma1/kelas-2/hidrolisis/) (February, 18 2010 11:00)  
[http:// www.pusri.co.id/budidaya/buah/NANGKA.PDF](http://www.pusri.co.id/budidaya/buah/NANGKA.PDF) ( November, 27 2009; 9:17)  
Levenspiel, Octave., 1972, “Chemical Reaction Engineering”, Departement of Chemical Engineering Oregon State University  
Puspita Dewi, Chitra. 2005. "Kinetika Reaksi Hidrolisa Glukosa dari Kulit Durian dengan Katalis HCl", Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur, Surabaya  
Sudarmadji, S., Bambang haryono dan Suhardi, 1984, "Analisa Bahan Makanan Dan Pertanian ", Liberty, Yogyakarta  
Winarno, F.G. 1989. Kimia Pangan & Gizi. Jakarta: PT Gramedia.